

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-149271

(43)Date of publication of application : 27.05.1994

(51)Int.Cl.

G10K 11/16

(21)Application number : 04-304188

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 13.11.1992

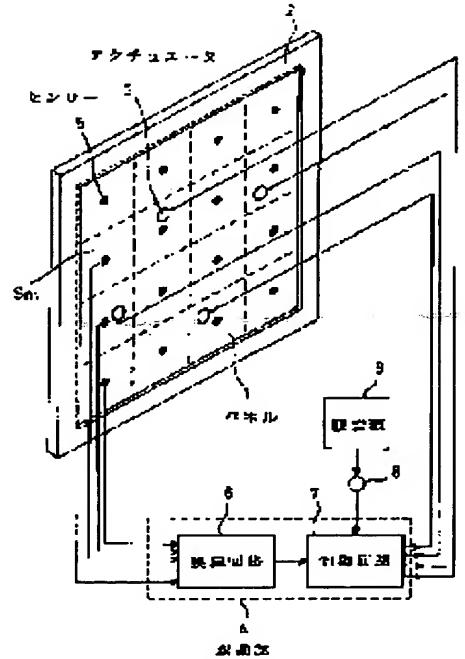
(72)Inventor : YAMADA WAKIO
OKUDAIRA YUZO
SUEFUJI TAKUYA
YAOI KENICHI

(54) SOUND INSULATING PANEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the sound insulating panel which can reduce the vibration level on a panel so that radiated sound power from the panel decreases.

CONSTITUTION: The sound insulating panel consists of the panel 1, an actuator 3 which excites it, vibration sensors 5 which detect the vibration of the panel 1, a noise detection sensor 8, and a driving part 4 which processes electric signals of a noise inputted from the sensors 5 and 8 and excites the panel 1 in the opposite phase from the noise; and the driving part 4 has a converting circuit 6 which converts the electric signals from the vibration sensors 5 into radiated sound pressure power radiated from the panel 1 and excites the panel 1 so that the radiated sound pressure converted value decreases. Therefore, high sound insulating performance is obtained over a wide frequency range.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-149271

(43)公開日 平成6年(1994)5月27日

(51)Int.Cl.⁵

G 10 K 11/16

識別記号 庁内整理番号

H 7406-5H

D 7406-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-304188

(22)出願日 平成4年(1992)11月13日

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 山田 和喜男

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(72)発明者 奥平 有三

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(72)発明者 末藤 卓也

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内

(74)代理人 弁理士 倉田 政彦

最終頁に続く

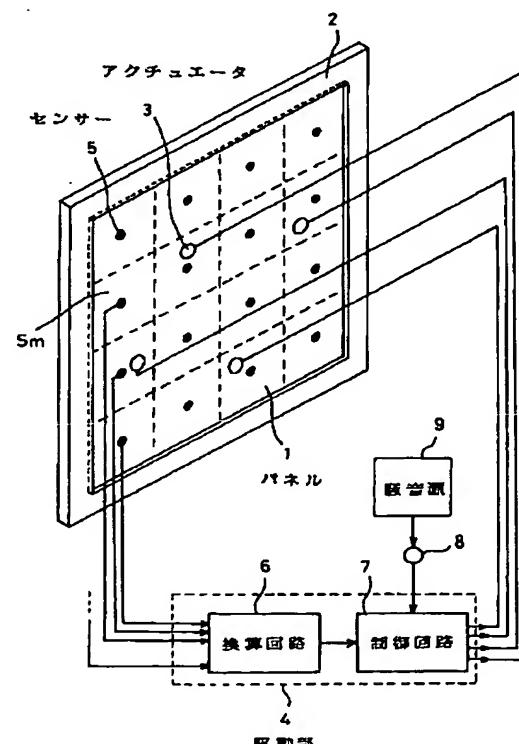
(54)【発明の名称】 遮音パネル

(57)【要約】

【目的】パネルからの放射音パワーが小さくなるようにパネル上の振動レベルを低減できる遮音パネルを提供する。

【構成】パネル1と、これを励振するアクチュエータ3と、パネル1の振動を検出する振動センサー5と、騒音検出センサー8と、各センサー5、8から入力される騒音の電気信号に対して演算を施して騒音と逆位相でパネル1を励振させるようにアクチュエータ3を駆動する駆動部4とから成る遮音パネルにおいて、前記駆動部4は、複数の振動センサー5からの電気信号をパネル1から放射される放射音圧パワーに換算する換算回路6を有し、この放射音圧換算値が小さくなるようにパネル1を励振させる。

【効果】広い周波数範囲にわたって高い遮音性能が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パネルと、パネルに取り付けられる励振用のアクチュエータと、パネルに取り付けられてパネルの振動を検出する振動センサーと、騒音源から出た音又は振動を検出する騒音検出センサーと、振動センサーと騒音検出センサーとから入力される騒音の電気信号に対して演算を施して騒音と逆位相でパネルを励振させることで騒音によるパネルの振動を打ち消すようにアクチュエータを駆動する駆動部とから成る遮音パネルにおいて、前記駆動部は、複数の振動センサーからの電気信号をパネルから放射される放射音パワーに換算する換算回路を有することを特徴とする遮音パネル。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、能動的にパネルを励振させることで騒音透過量を低減させるアクティブ遮音パネルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、都市部における住宅の密集化や集合化により、生活環境の場において騒音防止が重要な問題となっており、これに伴って種々の遮音パネルが用いられているが、一般的には中間に空気層を有する2重構造のものが軽量で遮音性も比較的良好であるとして使用されている。しかし、このものでは中間の空気層のばね作用による低周波域共振透過現象があるために、その中・低周波域での遮音性能は十分であるとは言い難い。

【0003】 このために、アクティブな遮音作用を有する遮音パネルが提案されている。これは、図4に示すように、パネル1と、パネル1に取り付けられる励振用のアクチュエータ3と、アクチュエータ3を駆動する駆動部4と、パネル1に取り付けられてパネル1の振動を検出する振動センサー5と、騒音源9から出た音又は振動を検出する騒音検出センサー8とからなり、振動センサー5と騒音検出センサー8とから入力される騒音の電気信号に対して駆動部4が演算を施して騒音と逆位相でパネル1を励振することで騒音によるパネル1の振動を打ち消して、結果的にパネル1の振動を止めて静止状態を保つものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述のような従来の遮音パネルは、振動センサー5が設置されている点の振動レベルを低減するように働くものであるので、パネル1上の振動センサー5が設置された点以外の点の振動レベルについては一切関与しないものとなっている。したがって、場合によっては振動センサー5が設置されている点の振動を抑制することによって、この位置以外の点の振動が逆に増大するようなことが起こり得る。つまり、

$$P = \frac{\rho e^{j(\omega t - kR)}}{2\pi R} \int_S A(x, y) e^{jk(x \sin \theta \cos \psi + y \sin \theta \sin \psi)} dS$$

一次共振モード以外の振動モードとなる周波数領域では、2次元パネルの平面上に多数の山谷が分布する形、つまり、振動の節と腹とが生じる形となり、図5の破線に示すように、振動センサー5が設置された点の振動がゼロとなるように制御しても、他の点で振動が増えてしまう場合が生じるものであり、そして、パネルの遮音性はパネル面全体の振動状態で決まることから、却って遮音性が低下してしまう場合が生じるわけである。そこで、振動センサー5を複数個用いてパネル1上での振動レベルを抑制する点を増やすことも考えられるが、それでも、周波数が高くなるほど高次の振動モード（節・腹の数が多いモード）が生じるために、根本的な解決とはならない。

【0005】 本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、パネルからの放射音パワーが小さくなるようにパネルの振動を制御できる遮音パネルを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明にあっては、上記の課題を解決するために、図1に示すように、パネル1と、パネル1に取り付けられる励振用のアクチュエータ3と、パネル1に取り付けられてパネル1の振動を検出する振動センサー5と、騒音源9から出た音又は振動を検出する騒音検出センサー8と、振動センサー5と騒音検出センサー8とから入力される騒音の電気信号に対して演算を施して騒音と逆位相でパネル1を励振することで騒音によるパネル1の振動を打ち消すようにアクチュエータ3を駆動する駆動部4とから成る遮音パネルにおいて、前記駆動部4は、複数の振動センサー5からの電気信号をパネル1から放射される放射音パワーに換算する換算回路6を有していることを特徴とするものである。

【0007】

【作用】 以下、本発明の作用を図2及び図3を用いて説明する。図2において、X-Y平面はパネル面である。振動するパネル1からの音の放射は、パネル面の振動状態によって決定されるので、このパネル面を有限個の微小な要素dSに分割し、各要素dSが振動していると考えれば、波長に対し各要素dSが十分に小さい場合、空間に対して音波は球状に放射される。弾性波動論によれば、この空間の任意の点Eの音圧は音源からの距離と時間の関数として表され、図3に示す座標を設定した場合、音源が調和振動しているときには、数1の式で表される。

【0008】**【数1】**

【0009】数1において、Pは周波数領域で表された音圧、A(x, y)は点(x, y)における周波数領域で表されたz方向の振動加速度、dSは微小要素の面積、kは波数、Rは空間の任意点までの距離である。また、微小要素dSから音圧評価点Eまでの距離Rが要素内で一定と考えた場合は、変換式が簡略化されて、数2のようになる。

【0010】

【数2】

$$P = \frac{\rho e^{j(\omega t - kR)}}{2\pi R} \int_S A(x, y) dS$$

【0011】さらに、微小要素dS内で振動加速度が一様と考えられる場合には、

【0012】

【数3】

$$U_x = \sum_{m=1}^N \frac{h \cdot S_m \cdot A_m \cdot (1/R_m + jk)}{R_m^2} e^{j(\omega t - kR)} \cdot (X - X_m)$$

$$U_y = \sum_{m=1}^N \frac{h \cdot S_m \cdot A_m \cdot (1/R_m + jk)}{R_m^2} e^{j(\omega t - kR)} \cdot (Y - Y_m)$$

$$U_z = \sum_{m=1}^N \frac{h \cdot S_m \cdot A_m \cdot (1/R_m + jk)}{R_m^2} e^{j(\omega t - kR)} \cdot Z$$

【0017】ここで、 $h = -j/2\pi\omega$ である。Ux, Uy, Uzは、それぞれ粒子速度のx, y, z方向成分を表わす。音圧と粒子速度から複素音響インテンシティIは、次式のように求められる。*は共役複素を表わす。

【0018】

【数6】

$$I(x, y, z) = \frac{1}{2} P \cdot U^*$$

【0019】この実数部は単位面積を通過する音響エネルギーを表わし、振動するパネルを閉じ囲む面において、その面上における法線方向の複素音響の実数部を積分すれば、パネルから放射される全音響パワーが求まることになる。したがって、パネルの各有限要素の点の振動加速度を検出し、この振動自体を低減させるように制御を働かせるのではなく、振動加速度をもとに換算された全音響パワーの推定値を低減させるように制御を働かせれば、パネルから放射されるエネルギーが減少することになり、遮音性の高いパネルが得られる。

$$P = \frac{\rho e^{j(\omega t - kR)}}{2\pi R} \cdot A \cdot dS$$

【0013】となり、微小要素dSがN個ある場合には、要素mの面積をSmとして、

【0014】

【数4】

$$P = g \cdot \sum_{m=1}^N A_m \cdot S_m \cdot \frac{e^{j(\omega t - kR)}}{R_m}$$

【0015】と表される。ここで、 $g = \rho/2\pi$ である。次に、空間上の任意の点の粒子速度は周波数領域で次式のように表わされる。

【0016】

【数5】

$$U_x = \sum_{m=1}^N \frac{h \cdot S_m \cdot A_m \cdot (1/R_m + jk)}{R_m^2} e^{j(\omega t - kR)} \cdot (X - X_m)$$

$$U_y = \sum_{m=1}^N \frac{h \cdot S_m \cdot A_m \cdot (1/R_m + jk)}{R_m^2} e^{j(\omega t - kR)} \cdot (Y - Y_m)$$

$$U_z = \sum_{m=1}^N \frac{h \cdot S_m \cdot A_m \cdot (1/R_m + jk)}{R_m^2} e^{j(\omega t - kR)} \cdot Z$$

【0020】

【実施例】本発明の実施例を図1に基づいて説明する。1は長方形のパネルであり、その周縁は周辺部材2によって固定されている。パネル1には、複数個の電磁型の励振用アクチュエータ3が取り付けられている。図示実施例では、4個の励振用アクチュエータ3が取り付けられている。さらに、16個の振動加速度センサー5が等間隔で設置されている。励振用アクチュエータ3を駆動する駆動部4は、DSP(デジタル・シグナル・プロセッサ)を用いた換算回路6を有する。この駆動部4に騒音源9が発する振動又は音を検出する騒音検出センサー8が接続されていると共に、パネル1上の16個の加速度センサー5からの信号Am(t)が入力される。駆動部4においては、この16個の加速度信号Am(t)に対して数7で表現される演算を施す回路部を有しており、さらに、ここで演算された全放射パワー推定値T(t)は、これを最小にするように働く適応型デジタルフィルタに入力される。

【0021】

【数7】

$$P_i(t) = g \sum_{m=1}^{16} \{ S_m \cdot A_m(t) * D_{mi}(t) \}$$

$$U_{zi}(t) = h \sum_{m=1}^{16} \{ S_m \cdot A_m(t) * B_{mi}(t) \}$$

$$T(t) = \sum_{m=1}^{16} \{ \overline{P_i(t) \cdot U_{zi}(t) \cdot S_{i'}} \}$$

【0022】ここで、 $P_i(t)$, $U_{zi}(t)$ はそれぞれ図2に示すような仮想面要素 i における音圧推定値と、粒子速度のパネル面垂直成分であり、 $D_{mi}(t)$, $B_{mi}(t)$ は、 m 点の $A_m(t)$ から i 点の $P_i(t)$, $U_{zi}(t)$ への伝達特性を時系列として表わしたものである。また、*は畳み込み演算を表わし、 $\overline{\quad}$ は短時間の時間平均を表わす。

【0023】パネル1からの全放射パワーは、パネル1を閉じ囲む面全体における音響インテンシティを用いて評価するべきであるが、ここでは仮想面10をパネル1に近接した部分に設定しているため、 x , y 軸に垂直な面から放射されるパワーは小さいとして無視している。

【0024】このように、音響インテンシティに着目し、全放射パワーを評価関数とすれば、音圧だけに着目して、これを最小にする制御を働かせたときに生じるような音圧評価点以外で音圧が逆に大きくなってしまうことがない遮音性の優れた遮音パネルとなる。

【0025】

【発明の効果】以上のように、本発明においては、パネルの振動を複数点において検出し、この振動検出信号をパネルから放射される全放射音パワー値に換算し、この

全放射音圧パワー値が小さくなるようにパネルを励振させてるので、広い周波数範囲にわたって高い遮音性能が得られるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の概略構成図である。

【図2】パネル面と仮想面の座標系を示す図である。

【図3】平面要素と放射音圧及び粒子速度評価点の座標系を示す図である。

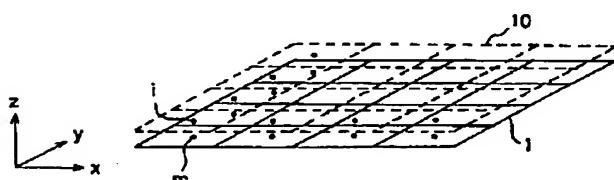
【図4】従来例の概略構成を示す図である。

【図5】従来例における振動モードの説明図である。

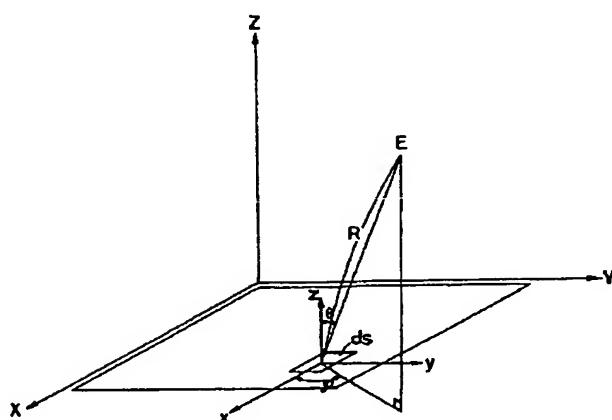
【符号の説明】

- 1 パネル
- 2 周辺部
- 3 アクチュエータ
- 4 駆動部
- 5 振動センサー
- 6 換算回路
- 7 制御回路
- 8 驚音検出センサー
- 9 驚音源

【図2】



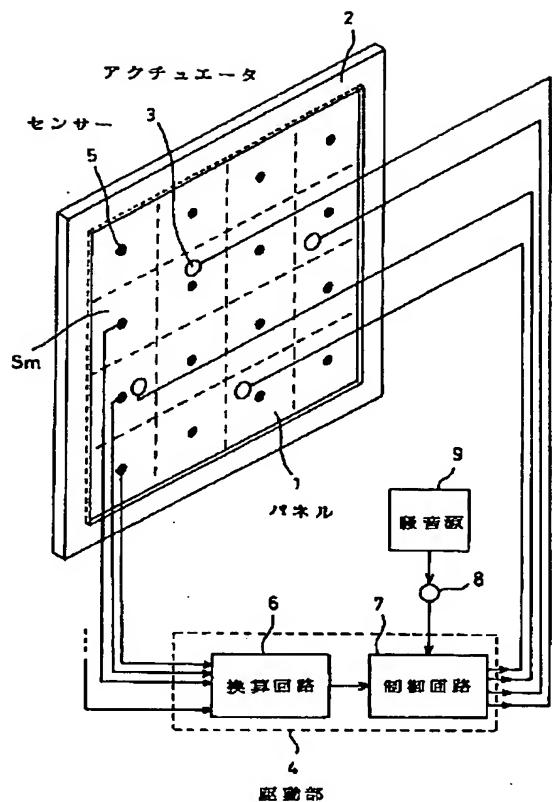
【図3】



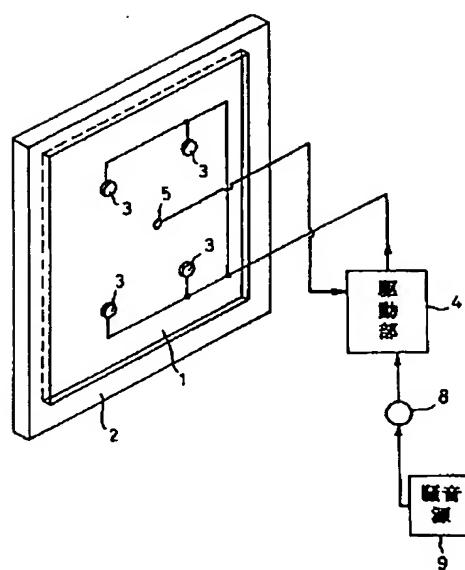
【図5】



【図1】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 矢追 健一

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工
株式会社内